

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 2 3 C	4/04			
	4/10			
	16/40	7325-4K		
	16/50	7325-4K		
	28/00	A		

審査請求 未請求 請求項の数1(全 5 頁)

(21)出願番号 特願平4-125240

(22)出願日 平成4年(1992)5月19日

(71)出願人 000006208

三菱重工業株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目5番1号

(72)発明者 遠藤 忠良

兵庫県高砂市荒井町新浜二丁目1番1号

三菱重工業株式会社高砂研究所内

(72)発明者 中森 正治

兵庫県高砂市荒井町新浜二丁目1番1号

三菱重工業株式会社高砂研究所内

(72)発明者 樫野 勇

兵庫県高砂市荒井町新浜二丁目1番1号

三菱重工業株式会社高砂研究所内

(74)代理人 弁理士 内田 明 (外2名)

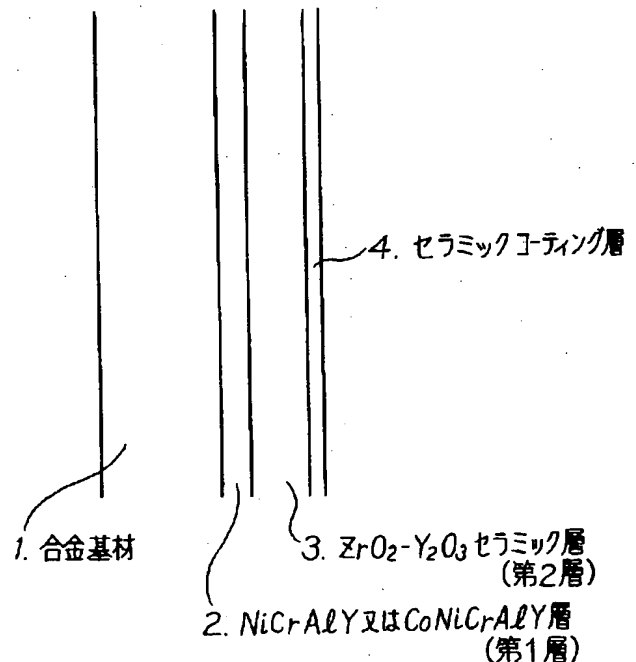
最終頁に続く

## (54)【発明の名称】 動・静翼表面層

## (57)【要約】

【目的】 ガスタービンの高温化、高効率化に対応可能な動・静翼表面層に関する。

【構成】 NiCrAlY又はCoNiCrAlY合金を低圧プラズマ溶射してコーティングした第1層、ZrO<sub>2</sub>-Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を大気プラズマ溶射してコーティングした第2層及び化学的蒸着又は低圧プラズマ溶射してコーティングした緻密なセラミック層よりなる第3層からなる動・静翼表面層。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】  $\text{NiCrAlY}$ 又は $\text{CoNiCrAlY}$ 合金を低圧プラズマ溶射にてコーティングした第1層、 $\text{ZrO}_2 - \text{Y}_2\text{O}_3$ を大気プラズマ溶射してコーティングした第2層及び化学的蒸着又は低圧プラズマ溶射にてコーティングした緻密なセラミック層よりなる第3層からなる動・静翼表面層。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明はガスタービンの高温化、高効率化に対応可能な動・静翼表面層に関する。

【0002】

【従来の技術】コンバインドサイクルプラントに代表される高効率化された最近の産業用ガスタービンのタービン入口ガス温度の上昇は著しく1300℃以上となっている。このような高温ガスに曝露される動・静翼に使用される耐熱合金は精力的に研究開発が行なわれ、その許容使用温度も年々上昇しているが、実用合金では850～900℃程度である。このため、実機ガスタービンでは薄肉化した内部空気冷却翼が用いられている。

【0003】一方、使用される燃料はLNG、副生ガスや重油におよび最近では石炭を液化又はガス化して利用することも研究されており、空気冷却翼の高温酸化や高温腐食防止を目的として低圧プラズマ溶射法（以下、VPSという）により $\text{NiCrAlY}$ 又は $\text{CoNiCrAlY}$ などの耐食合金のコーティングを施した後、 $\text{ZrO}_2 - \text{Y}_2\text{O}_3$ を大気プラズマ溶射法（以下、APSという）でコーティングし、この遮熱効果を利用して基材合金の温度を低下させ、その結果としてガス温度の高温化に対処している。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】高温化されたガスタービンにおいて、直接燃焼ガスと接触する動・静翼はガス温度の上昇にともなって酸化速度が増加し、前記のような遮熱コーティングを行った場合でも燃料や燃焼空気より高温腐食成分がもち込まれると、これらが最表面層の $\text{ZrO}_2 - \text{Y}_2\text{O}_3$ 層を透過して中間層の $\text{NiCrAlY}$ 又は $\text{CoNiCrAlY}$ まで到達し、これを腐食又は高温酸化させる。このため中間層と最表面層の境界部に腐食又は酸化生成物ができ、これらは体積膨張を伴うため、 $\text{ZrO}_2 - \text{Y}_2\text{O}_3$ 層が剥離することがしばしば見受けられる。このため、より高温耐食、耐酸化性にすぐれたコーティングをもつ動・静翼の開発がまたれている。

【0005】本発明は上記技術水準及び上記要望に応じ、耐熱性、耐酸化性及び耐食性にすぐれた動・静翼の表面層を提供しようとするものである。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明は $\text{NiCrAlY}$ 又は $\text{CoNiCrAlY}$ 合金を低圧プラズマ溶射にてコ

ーティングした第1層、 $\text{ZrO}_2 - \text{Y}_2\text{O}_3$ を大気プラズマ溶射してコーティングした第2層及び化学的蒸着又は低圧プラズマ溶射にてコーティングした緻密なセラミック層よりなる第3層からなる動・静翼表面層である。

【0007】本発明は従来のものと同様に、中間層である $\text{NiCrAlY}$ または $\text{CoNiCrAlY}$ と $\text{ZrO}_2 - \text{Y}_2\text{O}_3$ セラミック層をコーティングした構成は同一であるが、本発明はさらに第3層として酸素透過量が少なくなるようなセラミックよりなる材質（成分）、例えば $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Cr}_2\text{O}_3$ 、 $\text{MgO}$ 、 $\text{CaO}$ 、 $\text{SiO}_2$ などを選択し、これらを緻密にコーティングする手法、例えば化学的蒸着法（CVDという）またはVPSを採用して付加したことに特徴があり、本発明の動・静翼表面層はこれら3層をコーティングした後、熱処理することによって得られる。

【0008】本発明の第1層である $\text{NiCrAlY}$ は20～25wt%Cr、6～8wt%Al、0.5～1wt%Y、残部：Niよりなる合金が、 $\text{CoNiCrAlY}$ は20～25wt%Cr、6～8wt%Al、0.5～1wt%Y、残部：Co、NiよりなりCo/Ni比が任意な合金が一般的に使用され、そのコーティングはVPSで行われ、層厚は20～50μmである。

【0009】本発明の第2層である $\text{ZrO}_2 - \text{Y}_2\text{O}_3$ セラミック層としては8～20wt%Y、 $\text{O}_2$ 、残部 $\text{ZrO}_2$ よりなる安定化ジルコニアが一般的に用いられ、そのコーティングはAPSで行われ、その層厚は一般的に100～500μmである。

【0010】本発明の第3層である緻密なセラミック層としては上述したものが使用されるが、第2層の $\text{ZrO}_2 - \text{Y}_2\text{O}_3$ 層の熱膨張率に近いものを選択して、熱膨張率の差によって剥離、割れが生じ難くすることが好ましい。 $\text{ZrO}_2 - \text{Y}_2\text{O}_3$ の熱膨張率は $10 \times 10^{-6}/\text{K}$ であるので、これに比較的に熱膨張率が近い $\text{Al}_2\text{O}_3$ （ $8.1 \times 10^{-6}/\text{K}$ ）、 $\text{Cr}_2\text{O}_3$ （ $8.7 \times 10^{-6}/\text{K}$ ）などが好ましく、また、これらのコーティング方法は酸素及び腐食性成分の透過を抑える目的で緻密な膜とする必要からCVD、VPSを採用すべきである。また、その層厚は一般的には10～50μmである。

【0011】

【作用】本発明方法で製作した3層構造の表面層の遮熱コーティングの作用は、最表面層の緻密セラミックコーティングが酸素又は腐食性成分を母材から隔離し、母材の酸化、腐食を防止する。すなわち、 $\text{ZrO}_2 - \text{Y}_2\text{O}_3$ は遮熱効果は有するが酸素透過性能が大きいため簡単に酸素を母材まで移動させ、その結果、母材を酸化、腐食させるが、本発明の第3層のコーティングにより外界からの酸素、腐食性成分を遮断させることを可能とするほか、それ自身も遮熱効果を有するので表面層の耐熱性も向上させる。

【0012】本発明の動・静翼表面層による遮熱効果の

原理を図2に示す。図2において、TBCとは熱遮蔽コーティング (Thermal Barrier Coating) を意味する。

【0013】

【実施例】本発明の実施例を図1によって説明する。図1はガスタービン動・静翼材に用いられる耐熱合金ECY768 (Coベース)、IN738LC (Niベース) の合金基材1に、先ずVPSにてNiCrAlY (20~25wt%Cr, 6~8wt%Al, 0.5~1wt%Y, 残部Ni) 又はCoNiCrAlY (20~25wt%Cr, 6~8wt%Al, 0.5~1wt 10

%Y, 残部Co, Ni, Co/Ni比は任意) よりなる20~50 $\mu$ m厚の第1層2を形成し、その上にAPSにてZrO<sub>2</sub>-Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: 8~20%, ZrO<sub>2</sub>: 残部) よりなる100~500 $\mu$ m厚の第2層3を形成し、さらにその上にCVD又はVPSにてセラミック層よりなる10~50 $\mu$ m厚の第3層4を形成させた後、熱処理して動・静翼表面層を得た。

【0014】その具体例を下記表1に示す。

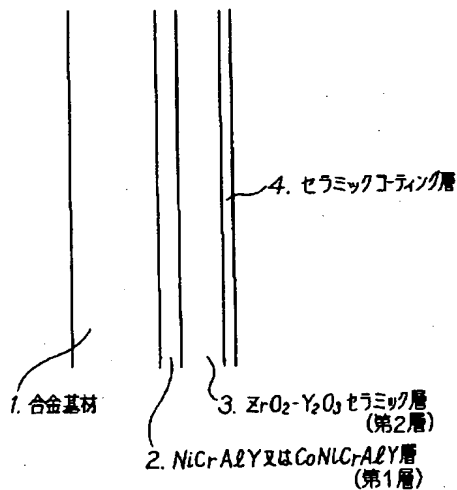
【表1】

具体例	翼種類	翼材質	前処理	TBCコーティング			熱処理
				第1層	第2層	第3層	
1	静翼	ECY768	7ミナブリスト	CoNiCrAlY 20 $\mu$ m	150 $\mu$ m	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 10 $\mu$ m	850°C, 20hr
2	"	"	"	CoNiCrAlY 50 $\mu$ m	100 $\mu$ m	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 50 $\mu$ m	"
3	"	"	"	NiCrAlY 20 $\mu$ m	120 $\mu$ m	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 50 $\mu$ m	"
4	"	"	"	NiCrAlY 50 $\mu$ m	130 $\mu$ m	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 10 $\mu$ m	"
5	動翼	IN738LC	"	CoNiCrAlY 20 $\mu$ m	150 $\mu$ m	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 10 $\mu$ m	"
6	"	"	"	CoNiCrAlY 50 $\mu$ m	100 $\mu$ m	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 20 $\mu$ m	"
7	"	"	"	NiCrAlY 20 $\mu$ m	120 $\mu$ m	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 50 $\mu$ m	"
8	"	"	"	NiCrAlY 50 $\mu$ m	130 $\mu$ m	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 10 $\mu$ m	"

【0015】上記具体例の動・静翼表面層及び第1層がCoNiCrAlY: 50 $\mu$ m、第2層がZrO<sub>2</sub>-Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: 200 $\mu$ mよりなるコーティング層の従来例9、第1層がNiCrAlY: 30 $\mu$ m、第2層がZrO<sub>2</sub>-Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: 250 $\mu$ mよりなるコーティング層の従来例10を、900℃(15分間)と室温(15分間)の間のヒートサイクル試験によるコーティング層の密着性確認試験結果を、まとめて図3に示す。図3より、従来例9、10では450~500サイクルでZrO<sub>2</sub>-Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層が剥離したのに対し、本発明の具体例

では最低でも850サイクル(具体例8)の耐久性を示し、具体例3、6などでは1000サイクル以上の耐久性を示した。

【図1】



1Y又はNiCrAlYとZrO<sub>2</sub>-Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の界面に11~15 $\mu$ m厚さの酸化皮膜が生成したのに対し、本発明ではその酸化皮膜は約2 $\mu$ m以下であって、酸素透過防止効果が優れていることが確認された。

【0017】

【発明の効果】本発明の動・静翼表面層は3層構造を有しているため、耐熱性、耐酸化性及び耐食性に優れているものが得られる。

【図面の簡単な説明】

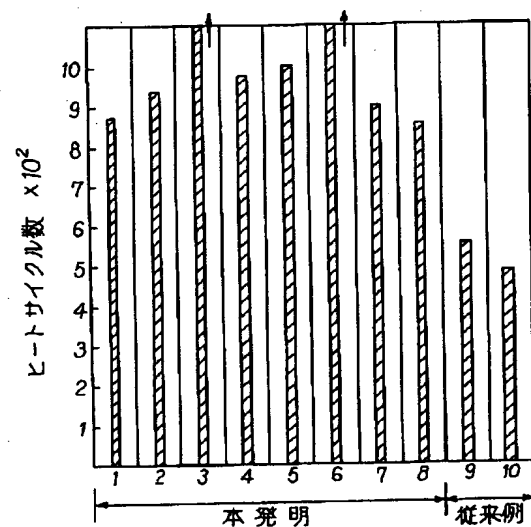
【図1】本発明の動・静翼表面層の構成の説明図

【図2】本発明の動・静翼表面層による遮熱効果の説明図

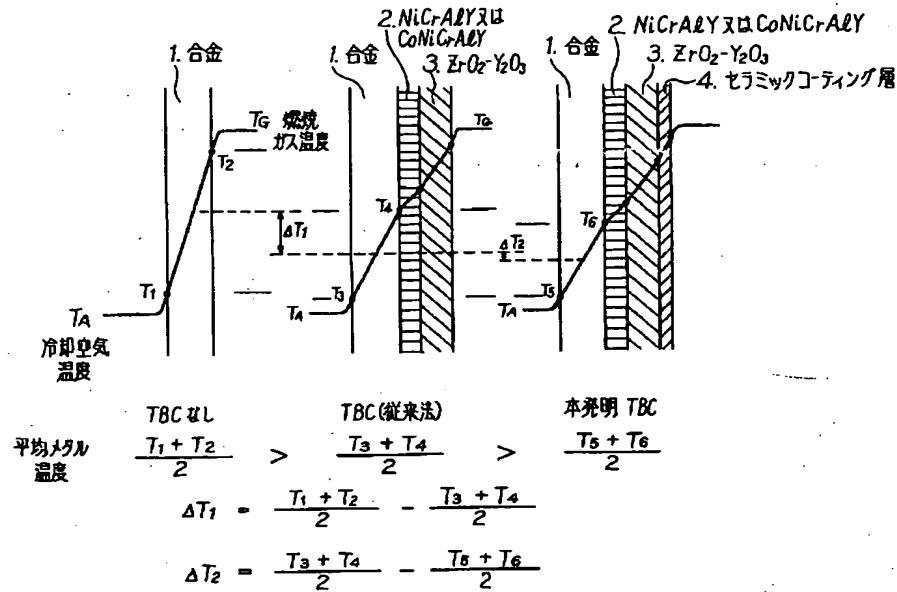
【図3】本発明の動・静翼表面層のヒートサイクル試験の結果を示す図表

【図4】本発明の動・静翼表面層の高温酸化試験の結果を示す図表

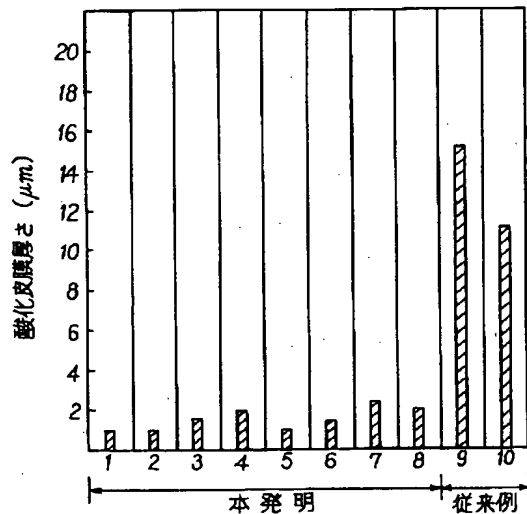
【図3】



【図 2】



【図 4】



フロントページの続き

(72)発明者 高橋 孝二

兵庫県高砂市荒井町新浜二丁目1番1号  
三菱重工業株式会社高砂製作所内

(72)発明者 北井 敬人

兵庫県高砂市荒井町新浜二丁目1番1号  
三菱重工業株式会社高砂製作所内